



RUGI-RUGI DAYA PADA TRANSFORMATOR U.019 PT PLN (PERSERO) WS2JB RAYON AMPERA AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN

Abdul Azis¹⁾, Nita Nurdiana²⁾ Ulfa Lathifatun Nisa³⁾

Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

e-mail: azis@univpgri-palembang.ac.id

ABSTRAK Adanya rugi-rugi daya pada transformator distribusi menimbulkan arus netral. Penelitian ini menyelidiki ketidakseimbangan beban pada sisi sekunder transformator U.019 PT. PLN (PERSERO) Rayon Ampera Palembang. Dari hasil pengukuran rugi beban ketidakseimbangan saat beban puncak sebesar 41,5090A dan beban terendah sebesar 12,1244A. Setelah dilakukan upaya pemerataan beban selisih antara beban tidak seimbang akibat arus netral dengan beban seimbang pada beban puncak sebesar 3,961% dan beban Terendah sebesar 915% sedangkan selisih pada jatuh tegangan tidak seimbang dan seimbang pada beban puncak 2,33546% dan Beban Terendah sebesar 0,67265%.

Kata kunci: ketidak seimbangan beban, pemerataan beban, rugi-rugi daya,

ABSTRACT The power losses in the distribution transformer cause a neutral current. This study investigates the load imbalance on the secondary side of the U.019 transformer PT. PLN (PERSERO) Rayon Ampera Palembang. From the measurement results of unbalanced load loss when the peak load is 41.5090A and the lowest load is 12.1244A. After an effort to equalize the difference between unbalanced load due to neutral current with a balanced load at peak load of 3,961% and Lowest load of 915% while the difference in unbalanced and balanced voltage drop at peak load of 2.33546% and Lowest Load of 0, 67265%.

Keywords : load imbalance, Distribution transformer, power losses

PENDAHULUAN

Tenaga listrik menjadi kebutuhan menjadi sangat penting, karena hampir semua aktivitas manusia memerlukan daya listrik. PLN sebagai perusahaan terkemuka yang menyediakan listrik untuk masyarakat Indonesia mencari cara untuk menyalurkan energi listrik terus menerus untuk setiap pelanggan.

Ketidakseimbangan beban bukanlah masalah baru dalam sistem distribusi tenaga listrik, hal ini disebabkan oleh pola penyebaran antara beban tiga fase dimana koneksi yang terjadi tidak memperhitungkan beban besar pada setiap fase akan menghasilkan distribusi beban yang tidak merata antara tiga fase dalam sistem distribusi sekunder. Arus netral yang terjadi pada transformator mengakibatkan meningkatnya kerugian daya yang terjadi pada jaringan distribusi sekunder. Kerugian akibat beban tidak seimbang akan berdampak besar pada bagian dari konsumen dan PLN.

Ketidakseimbangan beban yang terjadi menyebabkan kerugian daya dan penurunan tegangan untuk itu dilakukan perhitungan drop tegangan dan kerugian daya di gardu distribusi U.019 saat beban tidak seimbang dan saat beban seimbang.

TINJAUAN PUSTAKA

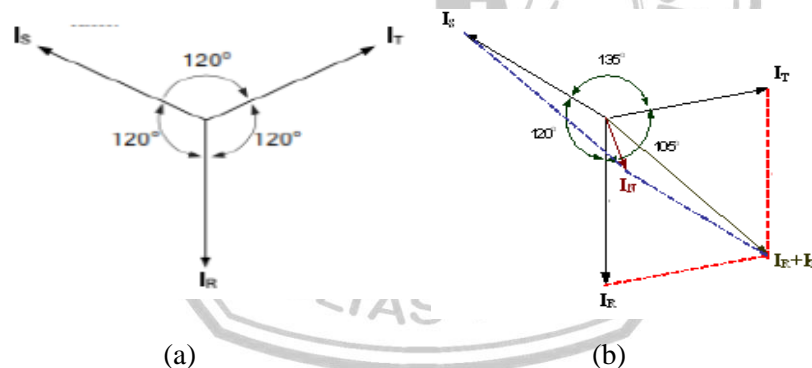
Transformator

Trafo memiliki sebuah inti dari besi berlapis pada kumparan primer dan kumparan sekunder. Gandengan magnet menghasilkan induksi-elektromagnet dapat menghasilkan tegangan bolak balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain yang diperlukan transformator.

Hukum Ampere dan hukum Faraday berlaku saat Transformator bekerja, dimana arus listrik yang mengalir menghasilkan medan magnet dan sebaliknya arus listrik dapat mengalir karena fluksi medan magnet. Apabila terjadi induksi di sisi primer trafo yang disebabkan adanya arus bolak-balik yang menyebabkan jumlah garis gaya magnet ikut berubah. Hal ini menyebabkan timbulnya induksi di sisi sekunder sehingga di sisi sekunder terjadi perubahan garis gaya magnet. Hal ini menimbulkan beda tegangan antara dua ujung[1].

Ketidakseimbangan Beban [2][5]

Suatu kondisi dikatakan dalam keadaan keseimbangan apabila masing-masing sudut yang terbentuk oleh ketiga vektor sebesar 120° satu sama lain (seperti gambar 1.a.) sebaliknya ketidakseimbangan terjadi bila salah satu atau kedua persyaratan keadaan seimbang tidak terpenuhi. (seperti yang ditunjukkan 1.b), yaitu:



Gambar 1. Diagram Vektor Arus

Ketidakseimbangan antara arus tiga fasa pada transformator menghasilkan arus netral. Arus netral yang mengalir menyebabkan daya yang hilang jaringan distribusi sekunder akan meningkat. Kerugian akibat beban tidak seimbang akan memiliki dampak penting pada konsumen dan PLN. Ada dua kemungkinan yang terjadi pada dalam sistem tiga-fase yang tidak seimbang [6]. sumber tegangan tidak seimbang yang tidak begitu besarnya besar atau perbedaan sudut fase tidak sama. Impedansi beban tidak sama jadi di sini dibahas untuk sistem tiga fase tidak seimbang impedansi tidak seimbang

METODE PENELITIAN

Untuk mengurangi ketidakseimbangan beban perlu dilakukan pemerataan beban dengan cara pemindahan beban yang tidak merata.

Tabel. 1 Data Spesifikasi Transformator U.019

Nama Gardu Distribusi	Spesifikasi Trafo U.019
Lokasi:	Jalan K.H. Azhari Tangga Takat 16 Ulu laut
Tahun Pembuatan	1996
Daya	250 kVA
Jumlah Fasa	3
Frekuensi	50 Hz
Hubungan	Dyn5 – Dyn5
Impedansi	4 %
Merek	Sintra
Penyulang	Cendana
Tegangan Primer	20 kV
Tegangan Sekunder	400 V
Arus Primer	7,21 A
Arus Sekunder	360,84 A
Impedansi Netral	0,3584

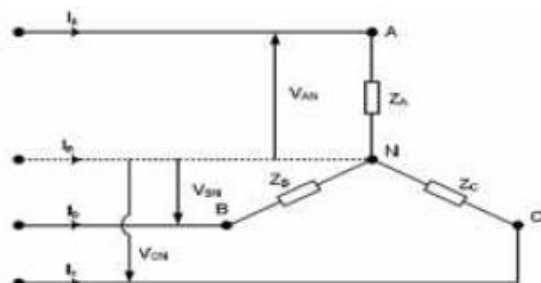
Dalam penelitian ini, perhitungan untuk beban tidak seimbang ditinjau dari dua kondisi, yaitu: pada saat beban puncak jam 19.00 dan pada saat beban terendah jam 12.00. Data beban Transformator U.019 pada di PT PLN (Persero) WS2JB Rayon Ampera, untuk Bulan November 2017 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Data Arus dan Tegangan Penyulang Cendana Transformator U.019

Jam	Arus (Ampere)				Tegangan (Volt)					
	I_R	I_S	I_T	I_N	V_{R-S}	V_{R-T}	V_{S-T}	V_{R-N}	V_{S-N}	V_{T-N}
Terendah	103	90	92	13	376	379	373	217	213	216
tertinggi	277	235	276	42	369	369	370	213	212	212

Sumber: PT PLN (Persero) WS2JB Rayon Ampera

Arus Netral Karena Beban Tidak Seimbang



Gambar 2. Sistem Tiga Fasa tak Seimbang

Karena beban tidak seimbang maka Z_A ; Z_B dan Z_C tidak sama, sehingga untuk mencari arus-arus line dipergunakan hukum Ohm sebagai berikut :

$$I_a = \frac{V_{AN}}{Z_A} \dots\dots (1)$$

$$I_b = \frac{V_{BN}}{Z_B} \dots\dots (2)$$

$$I_c = \frac{V_{CN}}{Z_C} \dots\dots (3)$$

Rugi-rugi daya yang terjadi akibat adanya arus Netral

Besarnya daya yang dihasilkan pada sis tegangan tinggi sebuah transforamator distribusi adalah:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (4)$$

Dimana besarnya arus beban penuh (*full load*) :

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} V} \quad (5)$$

Arus netral pada trafo terjadi karena adanya ketidakseimbangan beban yang terjadi di tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S dan fasa T). Rugi-rugi daya (*losses*) yang terjadi disebabkan arus yang mengalir pada penghantar. Besarnya losses pada penghantar netral dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_N = I_N^2 R_N \quad (6)$$

Losses Akibat Arus Netral yang Mengalir ke Tanah

Rugi-rugi daya (*losses*) juga dapat dihasilkan karena adanya arus netral yang mengalir ke tanah.

Besar *Losses* ini dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P_G = I_G^2 R_G \quad (7)$$

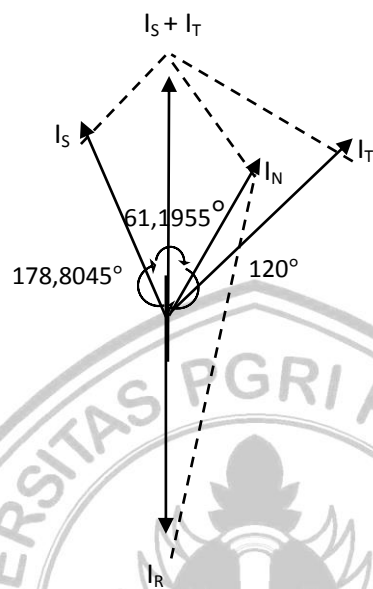
PEMBAHASAN

Hasil perhitungan terhadap terhadap beban puncak dan beban terendah saat beban seimbang dan tidak seimbang dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

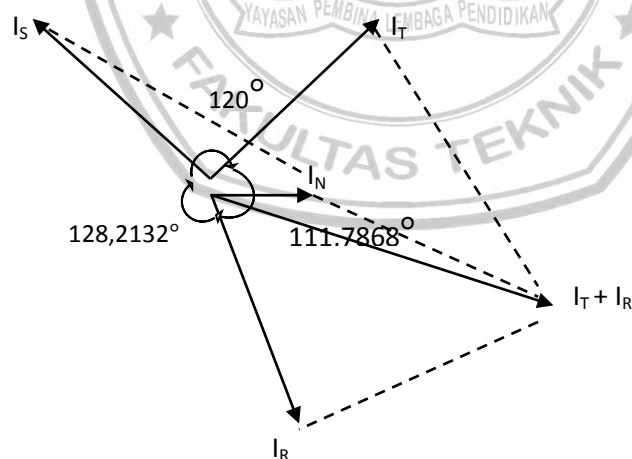
Tabel 3. Ketidak Seimbangan Beban dan Beban Seimbang

	Beban Tidak Seimbang		Beban seimbang	
	Beban Puncak	Beban terendah	Beban Puncak	Beban terendah

I_N	41,5090 A	12,1244 A		
ΔS_{Total}	8,942,7232 VA	1.139,6048 VA	8.279,2533 VA	1.083 VA
S_{total}	167.333 VA	61.393 VA	167.318,6667 VA	61.370 VA
$\Delta S_{Total}(\%)$	5,3443 %	1,8562 %	4,9482 %	1,7647 %
ΔV_{Total}	46,3968 V	15,7454 V	31,5200 V	11,4000 V
V_{total}	647 V	646 V	637 V	646 V
$\Delta V_{Total}(\%)$	7,28365 %	2,43736 %	4,94819 %	1,76471 %



Gambar.3. Diagram vektor untuk beban Ketidak seimbang Transformator Distribusi Pada Beban Puncak



Gambar 4. Diagram vektor untuk beban tak seimbang Transformator Distribusi Pada Beban Terendah

KESIMPULAN

1. Beban tidak merata di tingkat konsumen menyebabkan Ketidakseimbangan beban pada trafo

2. Hasil perhitungan didapat persentase ketidakseimbangan beban pada beban terendah sebesar 5,3443 % , dan saat beban tertinggi sebesar 1,8562 % dan arus netral sebesar saat beban puncak sebesar 41,5090 A dan saat beban terendah sebesar 12,1244 A
3. Adanya ketidakseimbangan beban pada trafo mengakibatkan rugi-rugi daya pada trafo dan arus netral yang timbul akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul Kadir, *Transformator*, Jakarta: PT. ElexMedia Komputindo, 1989.
2. Badaruddin, MT.2012. *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi Proyek Rusunami Gading Icon*. Laporan Penelitian Internal Universitas Mercu Buana
3. Kawihing Aprilian P., Tuegeh Maickel, St, Mt,Dkk.2013. *Pemerataan Beban Transformator Pada Saluran Distribusi Sekunder*. Jurusan Teknik Elektro-Ft, Unsrat
4. Sudaryatno Sudirham,1991. *Pengaruh Ketidakseimbangan Arus Terhadap Susut Daya pada Saluran*, Bandung: ITB, Tim Pelaksana Kerjasama PLN-ITB.
5. Sentosa Setiadji Julius, Machmudsyah Tabrani, Isnanto Yanuar .2006. *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi*: Surabaya
6. Moelyono W. Nono. *Pengantar Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Surabaya: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITS, 1999, p.120